

**Единый государственный экзамен
по ФИЗИКЕ**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. **3 7 , 5** Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

А	Б
4	1

7 4 1 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: вправо **13 В П Р А В О** Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: (1,4 ± 0,2) н. **22 1 , 4 0 , 2** Бланк

Ответ к заданиям 27–31 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, или капиллярной, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются.

Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санτι	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами



температура	$0 \text{ K} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц	
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость			
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	800 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота	
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/К}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/К}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/К}$

Нормальные условия: давление - 10^5 Па , температура - $0 \text{ }^\circ\text{C}$

Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Ответами к заданиям 1–23 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 Тело, двигаясь с места равноускоренно, проходит за четвертую секунду от начала движения 7 м. Какой путь пройдет тело за первые 10 с?

Ответ: _____ м.
- 2 В инерциальной системе отсчета сила F сообщает телу массой m ускорение $a=2 \text{ м/с}^2$. Ускорение тела массой 2m под действием силы $(1/2)F$ в этой системе отсчета равно

Ответ: _____ м/с²
- 3 Сила гравитационного притяжения между шарами, находящимися на расстоянии 4 м друг от друга, равна 16нН. Какова будет сила притяжения между ними, если расстояние уменьшить до 2 м?

Ответ: _____ нН
- 4 Чему равно отношение длины первого математического маятника к длине второго, если за одно и то же время первый совершает 10, а второй 30 колебаний?

Ответ: _____.
- 5 Брусок движется равноускоренно вверх по наклонной плоскости. Выберите два верных утверждения:

Часть 1



- 1) Сила тяги по модулю равна силе трения скольжения
- 2) Равнодействующая силы тяги и силы трения равна ma
- 3) Равнодействующая всех сил зависит от угла наклонной плоскости
- 4) Равнодействующая всех сил зависит от ускорения бруска
- 5) Равнодействующая всех сил равна ma

Ответ:

6 Теплоход переходит из устья Волги в соленое Каспийское море. При этом архимедова сила и сила тяжести, действующие на теплоход

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Архимедова сила	Сила тяжести

Ответ: _____

7 Тело бросили вертикально вверх с начальной скоростью V_0 . Направление начальной скорости совпадает с направлением оси OY . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) скорость V тела в момент времени t при движении вверх	1) $V_0t + gt^2/2$
Б) координата Y тела в момент времени t при движении вверх	2) $V_0t - gt^2/2$
	3) $V_0 - gt$
	4) $V_0 + gt$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

8 Относительная влажность воздуха в комнате равна 60%. Давление насыщенного водяного пара при той же температуре равно 2,5 кПа. Атмосферное давление равно 100 кПа, Чему равно парциальное давление водяного пара в комнате?

Ответ: _____ кПа

9 При изотермическом сжатии газ передал окружающим телам количество теплоты 800 Дж. Какую работу совершил газ?

Ответ: _____ Дж.

10 Во сколько раз увеличится КПД теплового двигателя, если при постоянной температуре холодильника 17 °С температуру нагревателя повысить со 127 °С до 447 °С?

Ответ: _____

11 При понижении температуры газа в запаянном сосуде давление газа уменьшается. Выберите 2 верных утверждения

- 1) уменьшается объем сосуда за счет остывания его стенок
- 2) уменьшается энергия теплового движения молекул газа
- 3) работа газа больше нуля
- 4) работа газа меньше нуля
- 5) работа газа равна нулю

Ответ:



12 В процессе сжатия 1 моль разрежённого гелия его внутренняя энергия всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?


Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

13 Какое направление имеет вектор напряженности электрического поля, созданного двумя одинаковыми разноименными зарядами в точке O ?

- $+q$

 $-q$

Ответ: _____

14 В цепи из двух одинаковых последовательно включённых резисторов за час выделяется количество теплоты Q_1 , если к цепи подводится напряжение U . В цепи из пяти таких же резисторов, соединённых последовательно, за час выделяется количество теплоты Q_2 , если к этой цепи подводится напряжение $3U$. Чему равно отношение Q_2/Q_1 ?

Ответ: _____

15 Какова ёмкость керамического конденсатора с площадью пластин 1 см^2 , расстоянием между ними 0.1 мм и диэлектрической проницаемостью 10000 ?

Ответ: _____ нФ

16 Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны λ , соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества. При уменьшении интенсивности света в 2 раза

- 1) фотоэффект не будет происходить при любой интенсивности света
- 2) будет уменьшаться количество фотоэлектронов
- 3) будет уменьшаться максимальная энергия фотоэлектронов
- 4) будет уменьшаться как максимальная энергия, так и количество фотоэлектронов
- 5) фотоэффект будет происходить при любой интенсивности света

Выберите два верных утверждения.

Ответ:

--	--



17 Ученик исследует преломление света на границе воздух-стекло. Как изменятся при уменьшении угла падения угол преломления света, распространяющегося в стекле, и показатель преломления стекла?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол преломления	Показатель преломления стекла

18 Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Частота световой волны ν , длина волны в воде λ , показатель преломления воды относительно воздуха n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) скорость света в воздухе	1) $\lambda \cdot \nu$
Б) длина световой волны в воздухе	2) $\lambda \cdot n$
	3) $\lambda \cdot \nu \cdot n$
	4) $\lambda \cdot n / \nu$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

19 Атом фосфора ${}_{15}^{31}\text{P}$ содержит:

Число электронов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Определите отношение частоты света первого пучка к частоте второго?

Ответ: _____

21 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменятся длина световой волны и запирающее напряжение при переходе первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в **таблицу** выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Запирающее напряжение

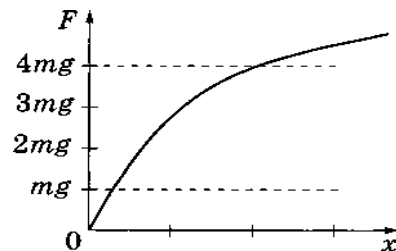


22 Плоский воздушный конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если расстояние между пластинами конденсатора увеличить в 2 раза?

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

Ответ: _____

23 Зависимость модуля силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике.



Период малых вертикальных колебаний груза массой m , подвешенного на резиноном жгуте, равен T_0 . Выберите *два* утверждения, соответствующих данному графику.

- 1) Для удлинения жгута закон Гука выполняется при всех используемых в опыте массах грузов.
- 2) Частота колебаний груза сначала увеличивается, а затем уменьшается.
- 3) При увеличении массы груза период его колебаний на резиноном жгуте увеличивается.
- 4) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T > 2T_0$.
- 5) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T < 0,5 T_0$.

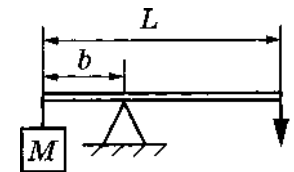
Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24 Груз массой 120 кг удерживают с помощью рычага, приложив к его концу вертикально направленную силу 300 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и длинного однородного стержня массой 30 кг. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Длина стержня равна?



Ответ: _____ м

25 Воздух нагревали в сосуде постоянного объёма. При этом абсолютная температура воздуха в сосуде повысилась в 4 раза, а его давление увеличилось в 2 раза. Оказалось, что кран у сосуда был закрыт плохо, и через него просачивался воздух. Во сколько раз уменьшилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: _____ раза

26 Карандаш совмещен с главной оптической осью тонкой собирающей линзы, его длина равна фокусному расстоянию линзы $f = 12$ см. Середина карандаша находится на расстоянии $2f$ от линзы. Рассчитайте длину изображения карандаша. Ответ выразите в см.

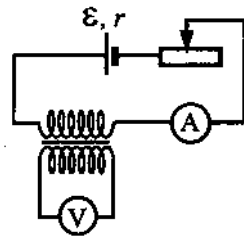
Ответ: _____ см

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.



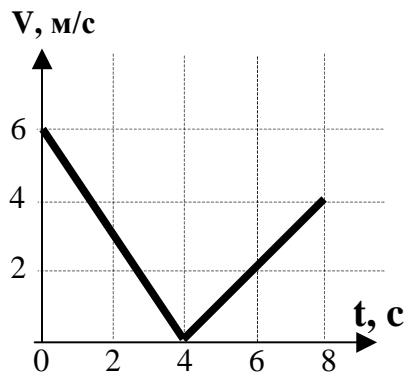
Для записи ответов на задания 27–31 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 27 На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен посередине и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата вправо. ЭДС самоиндукции пренебречь.



Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 28 Шайба, брошенная вдоль наклонной плоскости, скользит по ней, двигаясь вверх, а затем движется вниз. График зависимости модуля скорости шайбы от времени дан на рисунке. Найти угол наклона плоскости к горизонту.



- 29 Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и наполнен гелием. Какова масса гелия в шаре, если на высоте, где температура воздуха 17 °С, а давление 10^5 Па, шар может удерживать в воздухе груз массой 225 кг? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара?
- 30 В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности равна 5 мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе 2 В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1.2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент?
- 31 С какой скоростью вылетает α -частица из радиоактивного ядра, если она, попадая в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл перпендикулярно его силовым линиям, движется по дуге окружности радиуса 0,5 м (α -частица – ядро атома гелия, молярная масса гелия 0,004 кг/моль).





Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–26

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22–26 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	100	14	3,6
2	0.5	15	88.5
3	64	16	25
4	9	17	23
5	45	18	32
6	33	19	016
7	32	20	3
8	1,5	21	21
9	-800	22	1
10	2.2	23	34
11	25	24	4
12	31	25	2
13	вниз	26	16

27) Показания амперметра будут плавно уменьшаться, а вольтметр будет регистрировать напряжение на конца вторичной обмотки.

28) $\text{Arcsin } 0.125$

29) 100 кг

30) 4 мА

31) $1.9 \cdot 10^7$ м/с